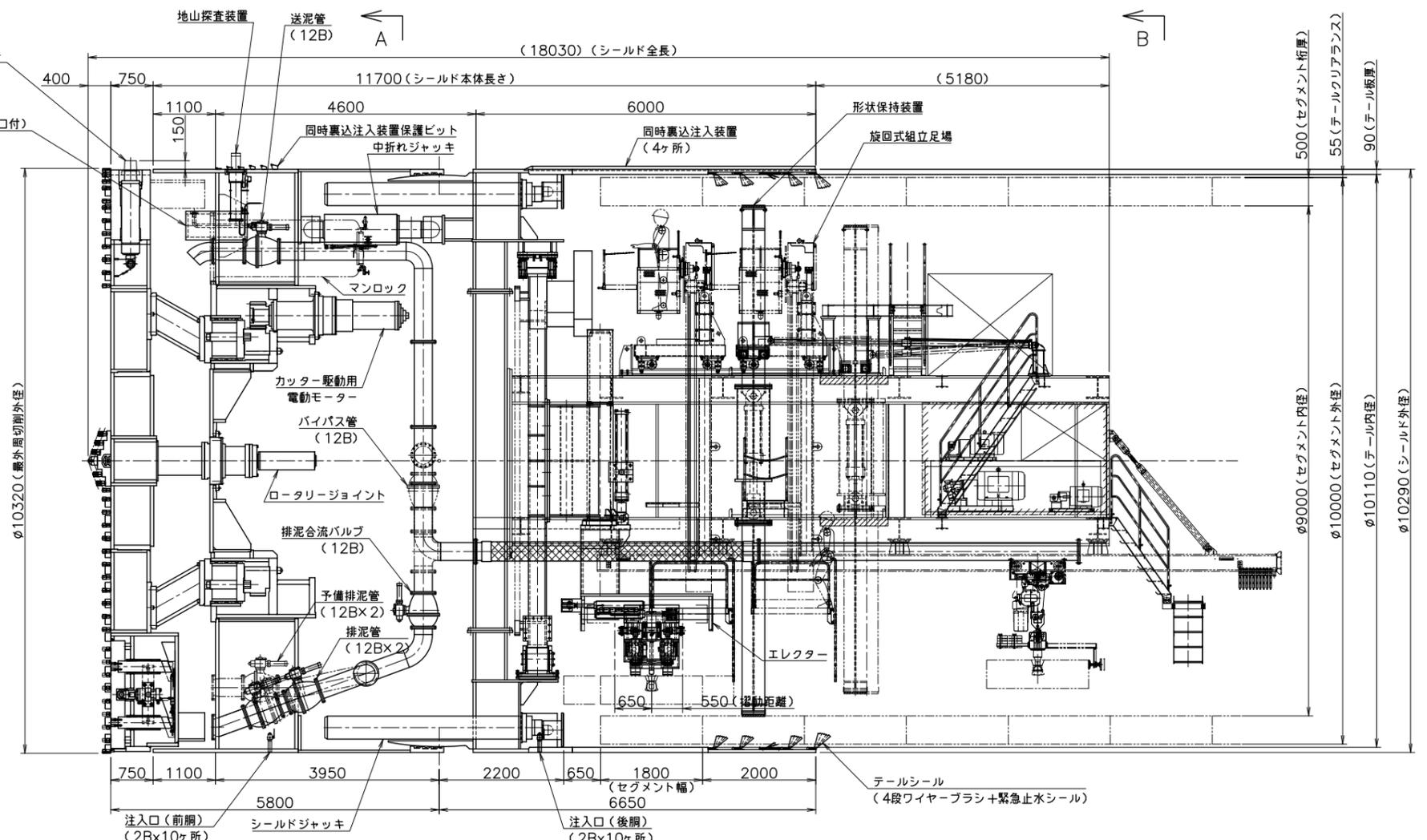
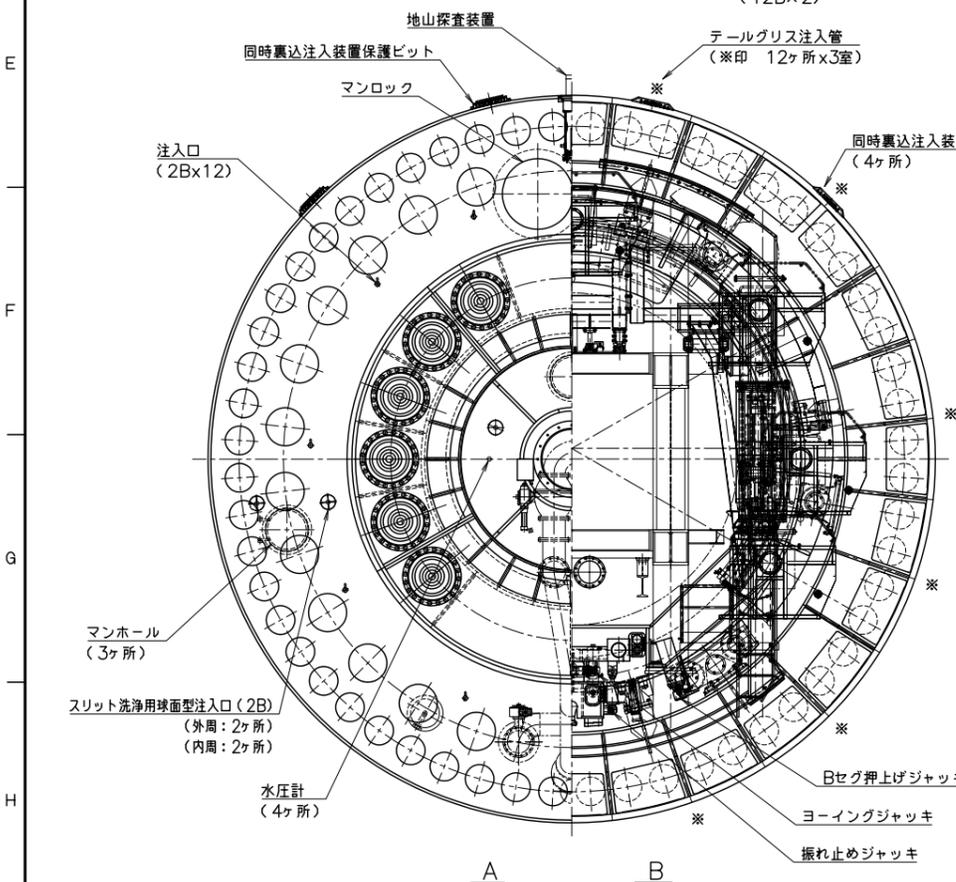
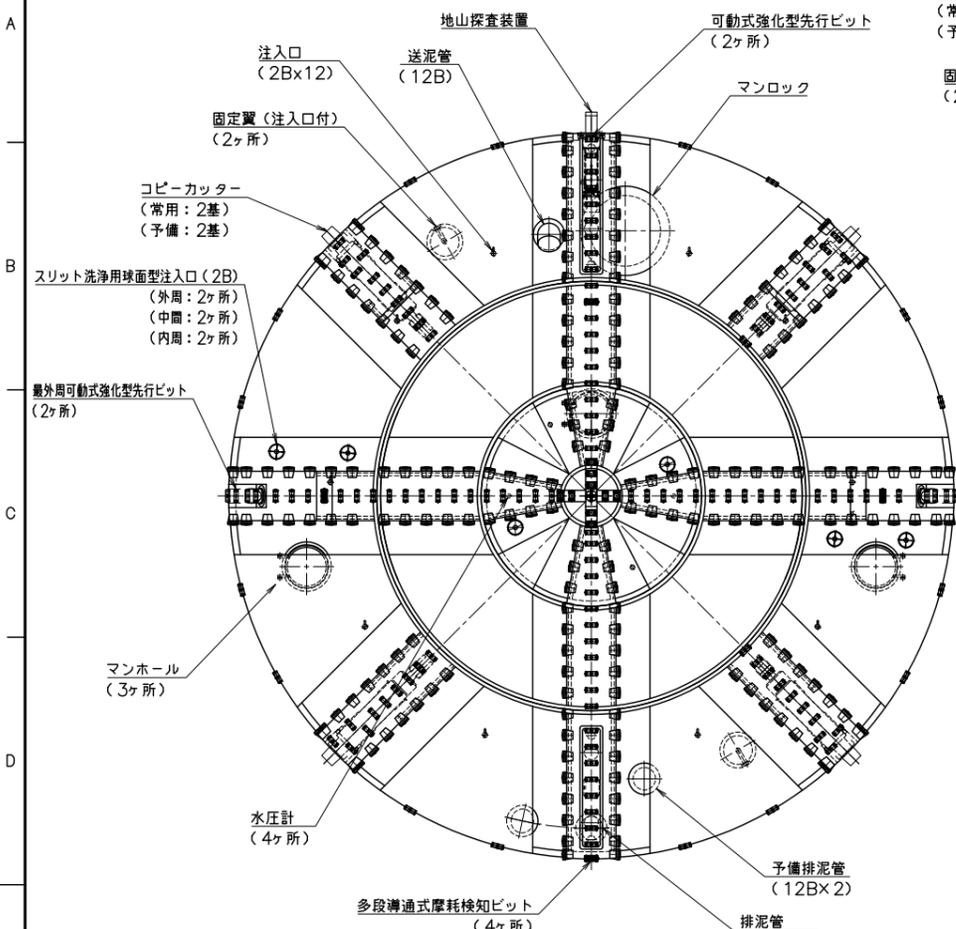


## 2. シールド機設計

# 2-1 シールド機設計図



推進装置		名 称	仕 様
シールドジャッキ	2700 kN x 32 MPa x 2500 mm x 56本		
切羽単位面積当り推力	1818 kN/m <sup>2</sup>		
シールドジャッキ伸長速度	45 mm/min (全数作動時)		
シールドジャッキ早戻し速度	1800 mm/min (8本作動時)		
シールドジャッキ微速度	4 mm/min (全数作動時)		
推進用電動機	90 kW x 4 P x 440 V x 60 Hz x 2台		
パワーユニット	K3VG-180-11FR-0F00		
油圧ポンプ	108 l/min x 32 MPa x 2台		
微速用電動機	15 kW x 4 P x 440 V x 60 Hz x 1台		
パワーユニット	R17		
油圧ポンプ	19.5 l/min x 32 MPa x 1台		

中折れ装置		名 称	仕 様
中折れジャッキ	4600 kN x 32 MPa x 700 mm x 24本		
中折れ角度	中折れ角度: 左右4.2°, 上下1.1°		
推進用電動機	推進用と共用		
パワーユニット	推進用と共用		

カッター駆動装置		名 称	仕 様
駆動方式	電動駆動 (インバーター制御方式)		
周波数	41 Hz, 49 Hz, 70 Hz (基底周波数)		
100% 装備トルク	15808 kN-m (α=14.5)	11065 kN-m (α=10.3)	
120% 装備トルク	18969 kN-m (α=17.4)	13278 kN-m (α=12.3)	
カッター回転数	~0.54 rpm, ~0.65 rpm, ~0.93 rpm		
カッター周速	17.5 m/min, 21.1 m/min, 30.0 m/min		
駆動電動モーター	トルク×回転数: 104 kN-m x 8.27 rpm		
電動機	90 kW x 6 P x 400 V x 49 Hz x 12台		

グリース給脂装置		名 称	仕 様
給脂箇所	土庄シール、カッター駆動部		
電動機	0.75 kW x 4 P x 440 V x 60 Hz x 1台		
パワーユニット	KSPN1006S-R4-D2		
油圧ポンプ	275 cc/min x 21 MPa x 1台		

地山探査装置		名 称	仕 様
探査ジャッキ	7 kN x 7 MPa x 300 mm x 1本		
電動機	余振り装置用と共用		
油圧ポンプ	余振り装置用と共用		

エレクター装置		名 称	仕 様
型式	門型式		
最大取扱質量	10.4 ton		
回転数	0.8 rpm		
回転角度	±200°		
昇降ジャッキ	281 kN x 14 MPa x 1250 mm x 2本		
摺動ジャッキ	70 kN x 14 MPa x 600 mm x 4本		
振れ止めジャッキ	110 kN x 14 MPa x 100 mm x 4本		
Aセグパッドジャッキ	111 kN x 14 MPa x 100 mm x 4本		
Bセグ押上げジャッキ	133 kN x 14 MPa x 280 mm x 2本		
ヨーイングジャッキ	110 kN x 14 MPa x 50 mm x 2本		
摺り上げジャッキ (引)	132 kN x 14 MPa x 220 mm x 2本		
旋回用油圧モーター	MS83-0		
電動機	8.2381 l/rev x 21.21 kN-m x 16 MPa x 2台		
パワーユニット	油圧ポンプ: A4VG250EP4DM1/32R-NSD10F001DH		
油圧ポンプ	280 l/min x 16 MPa x 1台		
旋回減速用	電動機: 22 kW x 4 P x 440 V x 60 Hz x 1台		
パワーユニット	油圧ポンプ: GXPO-AOD35WRTB20ABR-20		
油圧ポンプ	46/27 l/min x 14/2.5 MPa x 1台		
ジャッキ系	電動機: 22 kW x 4 P x 440 V x 60 Hz x 2台		
パワーユニット	油圧ポンプ: T6GCW-014-012		
油圧ポンプ	41/32 l/min x 14/17.5 MPa x 2台		

旋回式組立足場装置		名 称	仕 様
旋回速度	14 m/min		
定 員	2名/最大積載重量 250kg		
前後スライド	2000 mm		
スライドジャッキ	40/30 kN x 8/12 MPa x 2000 mm x 2本		
足場旋回電動モーター	5.5 kW x 4 P x 440 V x 60 Hz x 2台		
電動機	形状保持装置用と共用		
油圧ポンプ	形状保持装置用と共用		

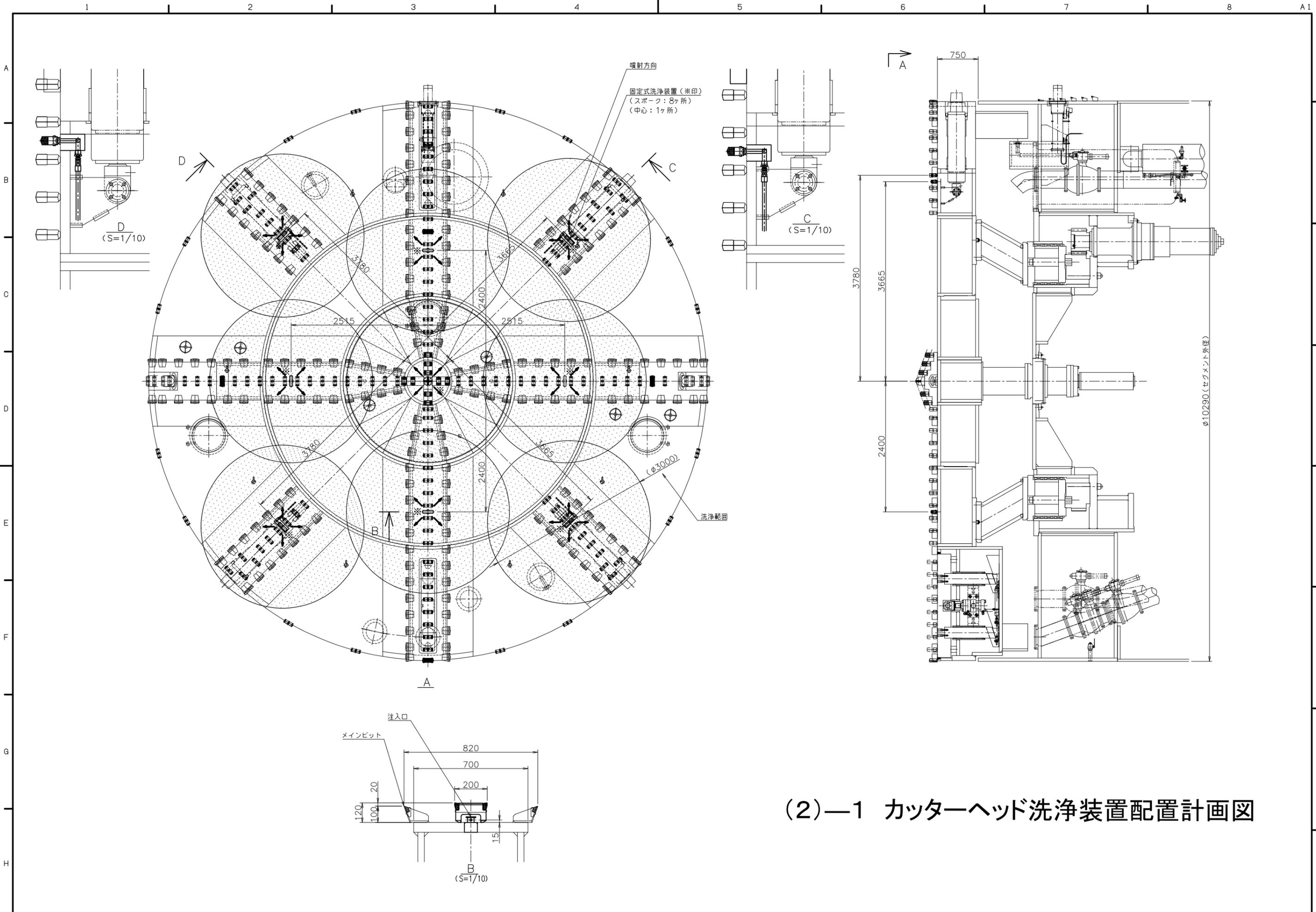
同時裏込注入装置		名 称	仕 様
注入管ジャッキ	39 kN x 21 MPa x 120 mm x 4本		
電動機	5.5 kW x 4 P x 440 V x 60 Hz x 2台		
油圧ポンプ	GSP2-AOS06AR		
油圧ポンプ	9.6 l/min x 21 MPa x 2台		

形状保持装置		名 称	仕 様
拡張ジャッキ	800 kN x 21 MPa x 600 mm x 2本		
スライドジャッキ	31 kN x 21 MPa x 2000 mm x 2本		
パワーユニット	電動機: 30 kW x 4 P x 440 V x 60 Hz x 1台		
油圧ポンプ	GXP05-AOG40ABR		
油圧ポンプ	62.6 l/min x 21 MPa x 1台		

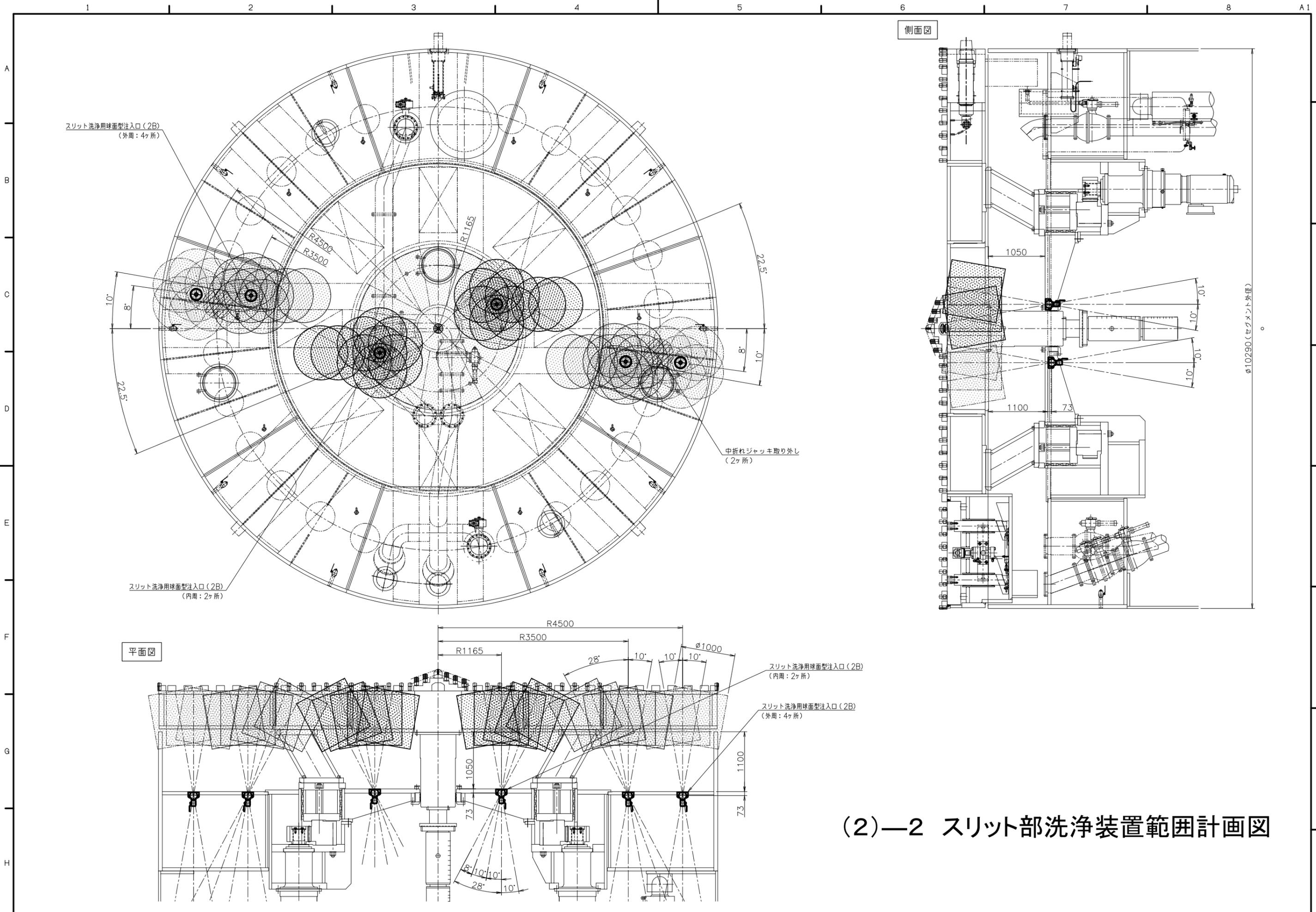
送排泥装置		名 称	仕 様
送泥バルブ	12 B x (1台)		
排泥バルブ	12 B x (2台)		
バイパスバルブ	12 B x (1台)		
予備排泥バルブ	12 B x (2台)		
排混合流バルブ	12 B x (1台)		
パワーユニット	電動機: コピーカッター用と共用		
油圧ポンプ	コピーカッター用と共用		

余振り装置/可動ビット装置		名 称	仕 様
コピーカッタージャッキ	370 kN x 21 MPa x 185 mm x 4本 (常用 x 2基, 予備 x 2基)		
最外周可動式強化型先行ビット	196 kN x 21 MPa x 300 mm x 2本		
可動ビット伸縮ジャッキ	421 kN x 21 MPa x 75 mm x 2本		
可動ビット駆動ジャッキ	26 kN x 21 MPa x 340 mm x 4本		
電動機	30 kW x 4 P x 440 V x 60 Hz x 1台		
油圧ポンプ	GXP0-AOD25A25A-A0		
油圧ポンプ	31.5 l/min x 21 MPa x 2台		

(1) 全体組立図



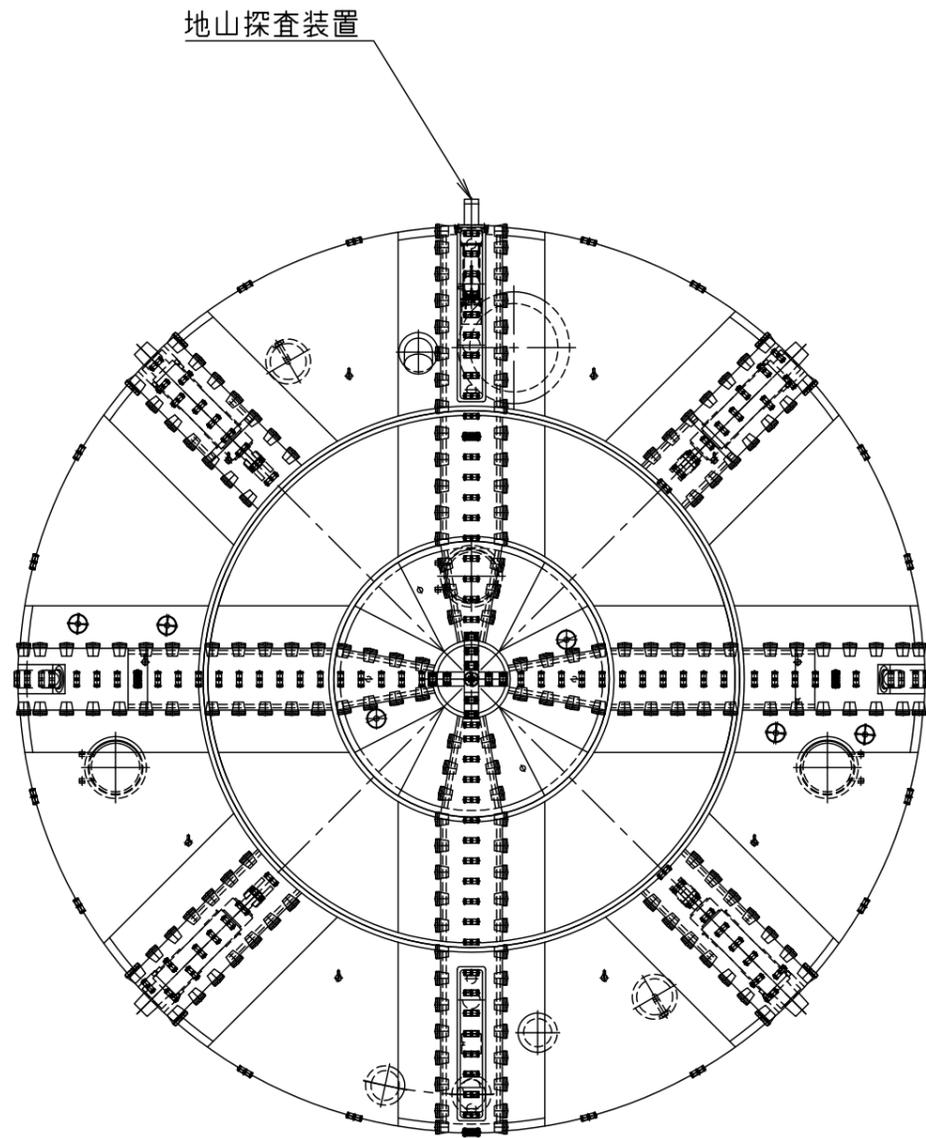
(2)ー1 カッターヘッド洗浄装置配置計画図



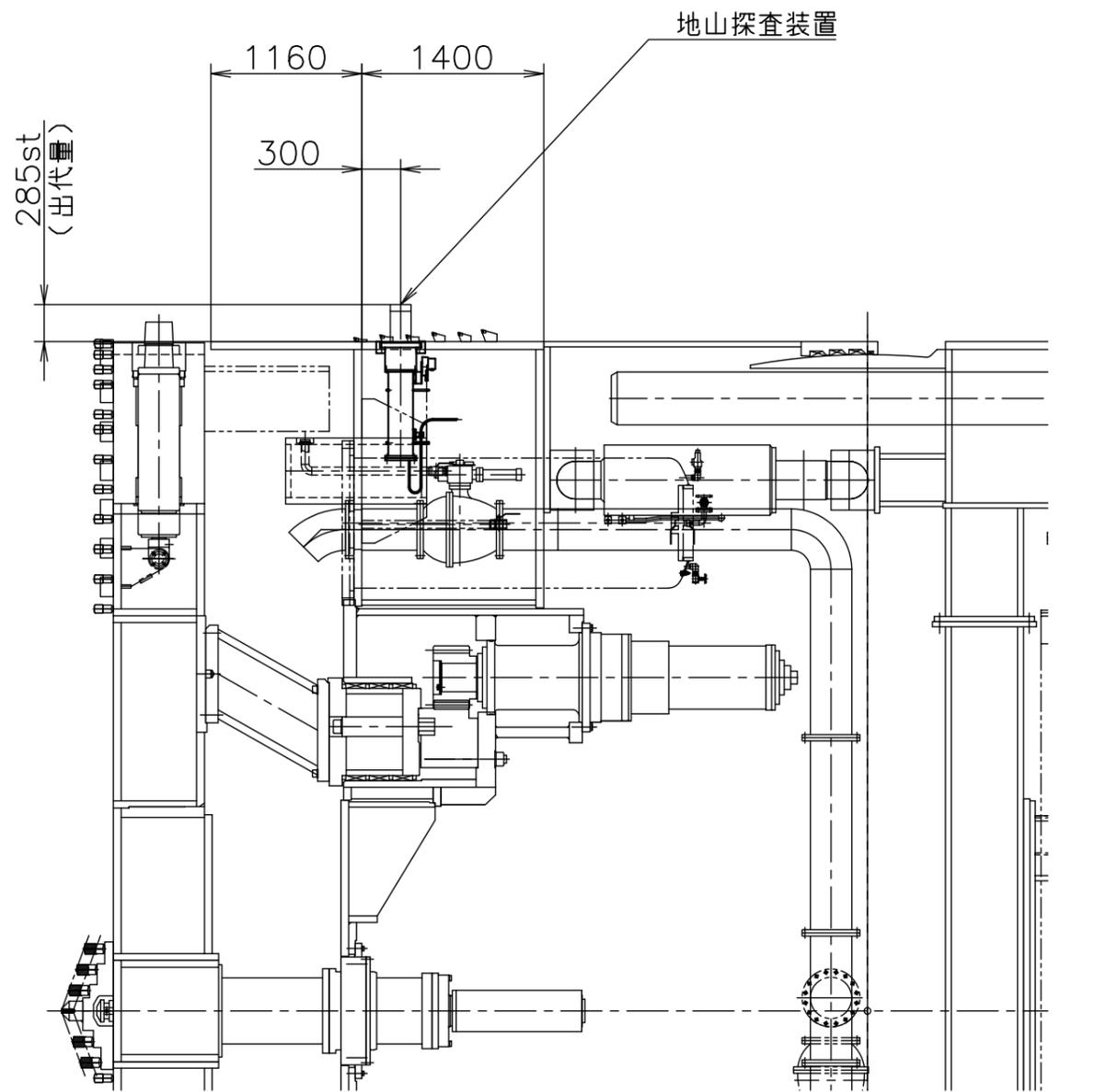
側面図

平面図

(2)―2 スリット部洗浄装置範囲計画図



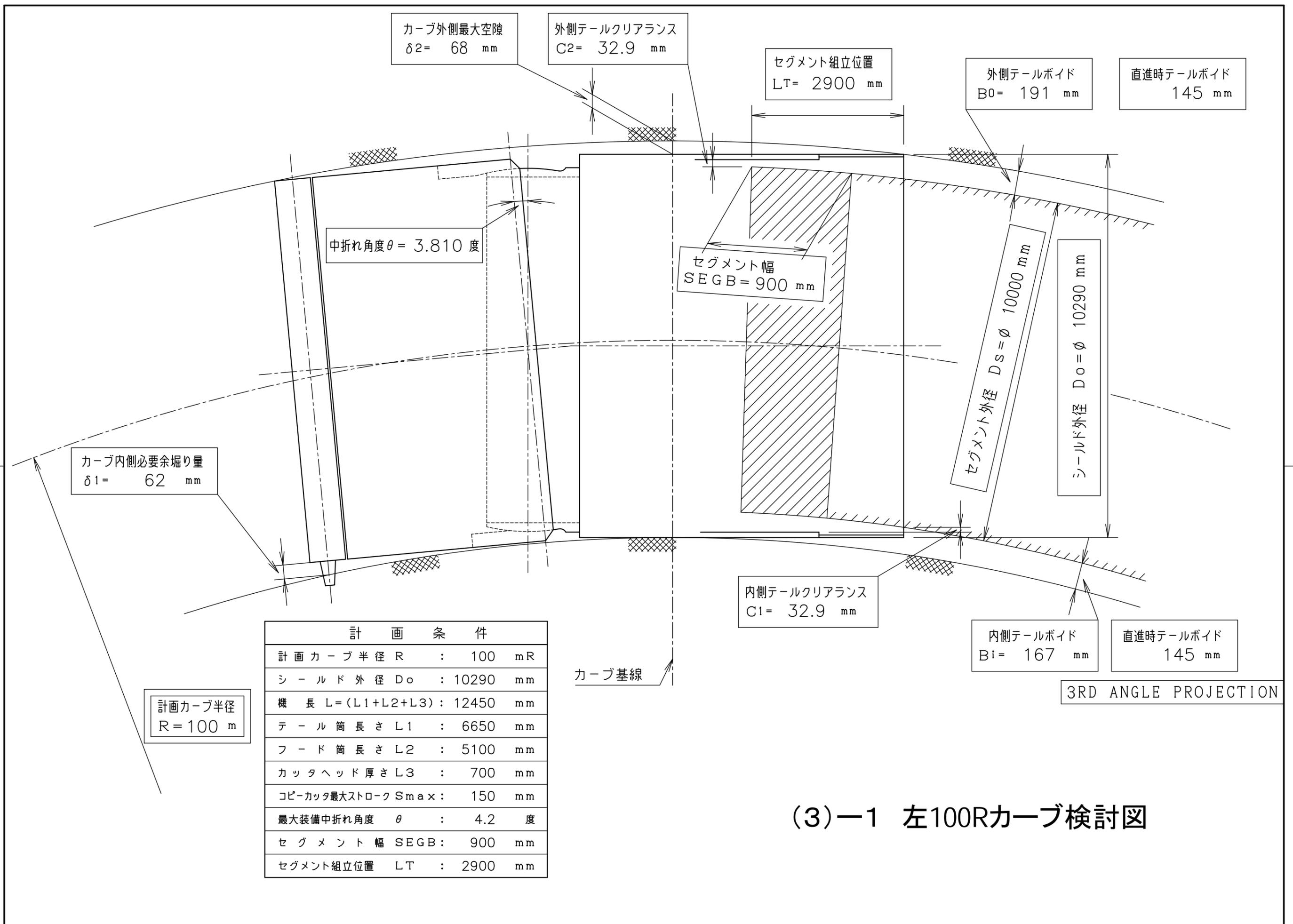
KEY PLAN  
(切羽側より見る)



3RD ANGLE PROJECTION

地山探査装置		仕様
名称	崩壊探査ジャッキ	7 kN x 7 MPa x 300 mm x 1本
パワーユニット	電動機 油圧ポンプ	余掘り装置用と共用

(2)一3 地山探査装置計画図



カーブ内側必要余堀り量  
 $\delta 1 = 62 \text{ mm}$

カーブ外側最大空隙  
 $\delta 2 = 68 \text{ mm}$

外側テールクリアランス  
 $C 2 = 32.9 \text{ mm}$

セグメント組立位置  
 $L T = 2900 \text{ mm}$

外側テールボイド  
 $B 0 = 191 \text{ mm}$

直進時テールボイド  
 $145 \text{ mm}$

中折れ角度  $\theta = 3.810 \text{ 度}$

セグメント幅  
 $S E G B = 900 \text{ mm}$

セグメント外径  $D s = \phi 10000 \text{ mm}$

シールド外径  $D o = \phi 10290 \text{ mm}$

計画カーブ半径  
 $R = 100 \text{ m}$

計 画 条 件	
計画カーブ半径 R	: 100 mR
シールド外径 Do	: 10290 mm
機長 L=(L1+L2+L3)	: 12450 mm
テール筒長さ L1	: 6650 mm
フード筒長さ L2	: 5100 mm
カッタヘッド厚さ L3	: 700 mm
コピーカッタ最大ストローク Smax	: 150 mm
最大装備中折れ角度 $\theta$	: 4.2 度
セグメント幅 SEGB	: 900 mm
セグメント組立位置 LT	: 2900 mm

カーブ基線

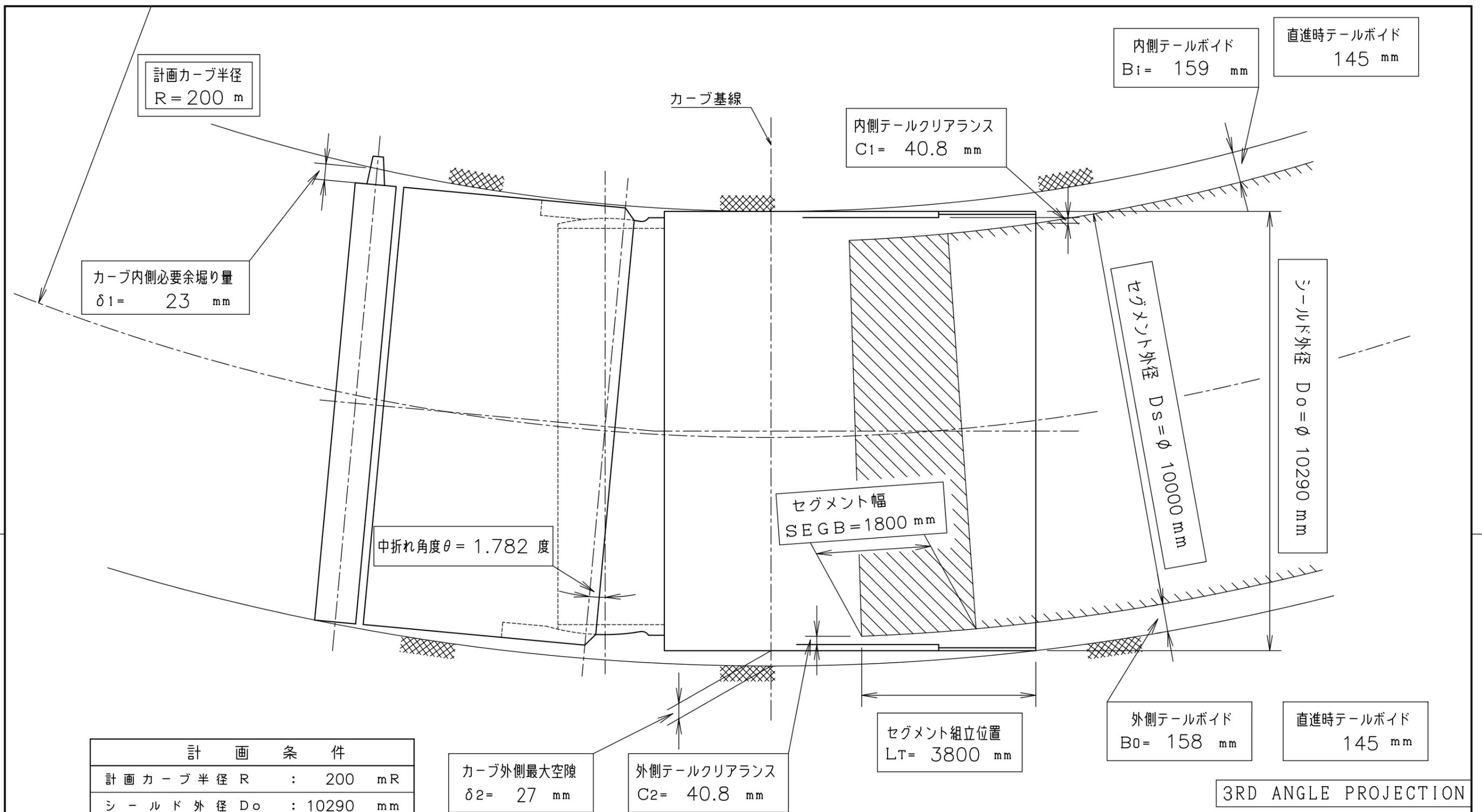
内側テールクリアランス  
 $C 1 = 32.9 \text{ mm}$

内側テールボイド  
 $B i = 167 \text{ mm}$

直進時テールボイド  
 $145 \text{ mm}$

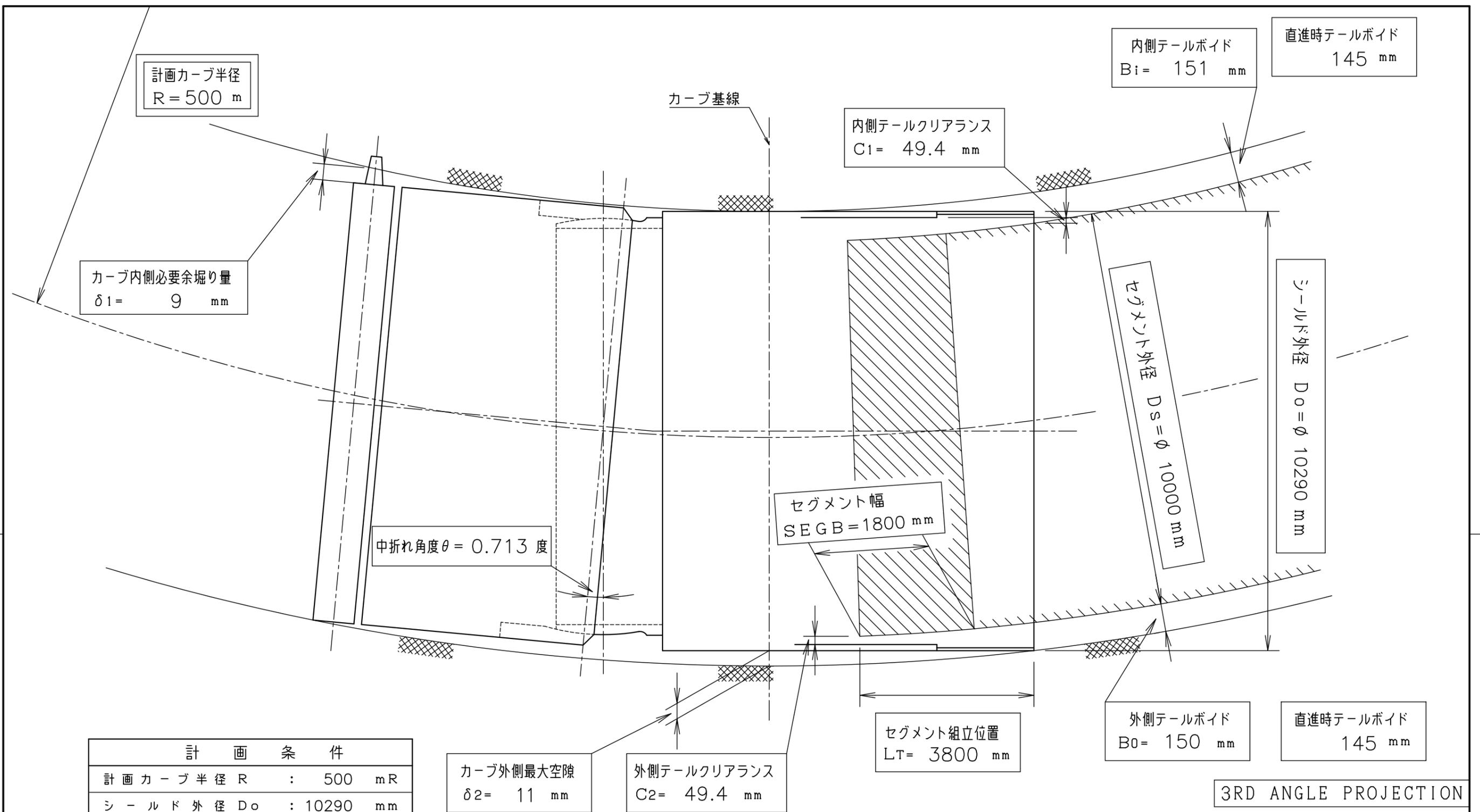
3RD ANGLE PROJECTION

(3)ー1 左100Rカーブ検討図



計 画 条 件		
計 画 カ ー ブ 半 径 R	:	200 mR
シ ー ル ド 外 径 Do	:	10290 mm
機 長 L=(L1+L2+L3)	:	12450 mm
テ ー ル 筒 長 さ L1	:	6650 mm
フ ー ド 筒 長 さ L2	:	5100 mm
カ ッ タ ヘ ッ ド 厚 さ L3	:	700 mm
コ ピ ー カ ッ タ 最 大 ス ト ロ ー ク Smax	:	150 mm
最 大 装 備 中 折 れ 角 度 θ	:	4.2 度
セ グ メ ン ト 幅 SEGB	:	1800 mm
セ グ メ ン ト 組 立 位 置 LT	:	3800 mm

(3)ー2 右200Rカーブ検討図



計 画 条 件		
計 画 カ ー ブ 半 径 R	: 500	mR
シ ー ル ド 外 径 Do	: 10290	mm
機 長 L=(L1+L2+L3)	: 12450	mm
テ ー ル 筒 長 さ L1	: 6650	mm
フ ー ド 筒 長 さ L2	: 5100	mm
カ ッ タ ヘ ッ ド 厚 さ L3	: 700	mm
コ ピ ー カ ッ タ 最 大 ス ト ロ ー ク Smax	: 150	mm
最 大 装 備 中 折 れ 角 度 θ	: 1.1	度
セ グ メ ン ト 幅 SEGB	: 1800	mm
セ グ メ ン ト 組 立 位 置 LT	: 3800	mm

(3)ー3 縦断500Rカーブ検討図

## 2-2. 設計条件の設定

### 1. 施工条件

掘削場所：大阪府城東区2丁目地内 ～ 鶴見区横堤4丁目地内  
掘削延長：1758.524 m  
曲線半径：平面：左 100 mR、右 200 mR、縦断：上 500 mR  
上載荷重：10 KN/m<sup>2</sup>  
勾配：上り 0.67～27.3 ‰

### 2. 土質条件

土質：大阪層群 砂質土・粘性土互層  
最大想定粒径：Φ90 mm  
最大土被り：70.03 ～ 36.66 m  
地下水位：シールド機中心 0.744～0.403 MPa  
N値：50 以上  
土の単位体積質量：18 ～ 19 KN/m<sup>2</sup>  
水の単位体積質量：10 KN/m<sup>2</sup>  
土の内部摩擦角：41.5 °  
粘着力：187.5 KN/m<sup>2</sup>  
側方土圧係数：0.45

### 3. セグメント

種類	類	合成	合成
外径	径	10000 mm	10000 mm
幅	幅	1800 mm	900 mm
厚さ	さ	500 mm	500 mm
分割数	数	8 分割	8 分割
最大分割角度	度	51.429 °	51.429 °
最大重量	量	10.4 t/ピース	— t/ピース

### 4. 供給電源

440 V × 60 Hz

### 5. その他

発進壁NOMST

2-3(1)シールドマシン主要仕様対比表

	大阪府発注時仕様	受注者(施工者)仕様
装備推力	140000KN	151200KN
シールドジャッキ	2500KN×2550st×34.3MPa×56本	2700KN×2500st×32MPa×56本
伸長速度	40mm/min	45mm/min
駆動トルク	14461KN-m	15808KN-m
中折れジャッキ	4500KN×600st×34.3MPa×24本	4600KN×700st×32MPa×24本
中折れ角度	左右 4.0°、上下 1.0°	左右 4.2°、上下 1.1°
形状保持装置	上下拡張式	上下拡張式
形状保持装置(保持ジャッキ)	800KN×900st×21MPa×2本	800KN×600st×21MPa×2本
テールシール	テールブラシ4段+緊急止水装置	テールブラシ4段+緊急止水装置
同時裏込め注入管	4箇所	4箇所
カッターヘッド(面板)洗浄装置	—	あり
地山探査装置	—	あり
滑剤注入口	—	あり
送泥管	12B×1本	12B×1本
排泥管	12B×1本	12B×1本
予備排泥管	12B×1本	12B×2本
バイパス管	10B×1本	12B×1本

2-3(2) φ10.29m 泥水式シールド仕様一覧表

項目	仕様	選定理由
1. シールド本体	(1) シールド外径 $D = D_s + 2(C + T)$ ①セグメント外径 $D : \phi 10290\text{mm}$ ②テールクリアランス $D_s : \phi 10000\text{mm}$ ③テールスキンプレート板厚 $C : 55\text{mm}$ $T : \text{PL}90\text{mm}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>シールド外径はセグメント外径にテールクリアランスおよびテールスキンプレート板厚を加え決定します。</li> <li>テールスキンプレート板厚は、負荷される土水圧荷重に対し、十分な強度を有するものとします。</li> <li>テールクリアランスは、カーブ施工時における十分なテールクリアランス確保により、セグメント組立余裕と変形量を検討し、さらに実績を考慮して決定します。</li> <li>テール強度計算結果 (建物荷重有)                              最大発生応力 - <math>199.9\text{N/mm}^2</math> (PL30 : 長期許容応力 <math>\pm 210\text{N/mm}^2</math>)、最大変位 <math>7.0\text{mm}</math></li> <li>テール強度計算結果 (建物荷重無)                              最大発生応力 - <math>144.2\text{N/mm}^2</math> (PL30 : 長期許容応力 <math>\pm 210\text{N/mm}^2</math>)、最大変位 <math>3.6\text{mm}</math></li> </ul>
	(2) シールド本体長さ ①フード部長さ $L1 : 1100\text{mm}$ ②ガーダー部長さ $L2 : 4600\text{mm}$ ③テール部長さ $L3 : 6000\text{mm}$	$L = L1 + L2 + L3$ <ul style="list-style-type: none"> <li>各部分の長さは掘削性能、強度、付帯装置の配置、シールドジャッキストローク、セグメント長さ、Kセグメント挿入代、テールシールド段数を考慮して決定します。</li> </ul>
2. 推進装置	(1) 装備推力 ①シールドジャッキ : $2700\text{kN} \times 56$ 本 ②装備総推力 : $151200\text{kN}$ ③切羽単位面積当たり推力 : $1818\text{kN/m}^2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>類似土質・曲線施工を考慮し所要計算推力を踏まえた装備推力とします。</li> <li>所要計算推力 (建物荷重有) = <math>146052\text{kN}</math>                              余裕率 <math>S = 1.04</math></li> <li>所要計算推力 (建物荷重無) = <math>100251\text{kN}</math>                              余裕率 <math>S = 1.51</math></li> </ul>
	(2) ストロークおよび速度 ①シールドジャッキストローク : $2500\text{mm}$ ②シールドジャッキ伸長速度 : $45\text{mm/min}$ (全数作動時) $1800\text{mm/min}$ (8本引き時) $1\sim 4\text{mm/min}$ (微速時)	<ul style="list-style-type: none"> <li>シールドジャッキストロークはセグメント幅、Kセグメント軸挿入代、テーパーセグメント設置に必要な寸法を合計し、これにセグメント組立時の余裕寸法を加えて決定します。</li> <li>推進系ポンプユニットは掘進用 <math>90\text{kW}</math>、<math>108\text{L/min} \times 32\text{MPa} \times 2</math> 台、微速用 <math>15\text{kW}</math>、<math>19.5\text{L/min} \times 32\text{MPa} \times 1</math> 台を装備します。</li> </ul>
	(3) シールドジャッキ配置 ①2 ジャッキ 1 スプレッダーシュウ ②28 組均等配置 ③シールドジャッキ押し点位置はセグメント中心位置	<ul style="list-style-type: none"> <li>シールドジャッキはセグメントへの推力を分散させるため、2 ジャッキ 1 スプレッダーシュウを採用し、セグメントに均等に荷重を与えるように均等配置し、セグメント桁厚の中心を荷重点とします。</li> </ul>
3. 中折れ装置	(1) 中折れ装置 ①中折れ機構 : X 中折れ ②中折れ角度 : 左右 $4.2^\circ$ 、上下 $1.1^\circ$ ③中折れジャッキ : $4600\text{kN} \times 700\text{mm} \times 24$ 本 ③装備総推力 : $110400\text{kN}$ (装備推力の 73%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>シールドジャッキをテール側の後部フレームに固定し、くの字に形成されたフレームを後押しすることにより、シールド機の横ズレが起こりにくい後胴押し方式の構造とします。</li> <li>平面 <math>100\text{mR}</math> 施工時 必要中折れ角度 <math>3.81</math> 度、余掘り量 <math>62\text{mm}</math>、テールクリアランス <math>32.9\text{mm}</math></li> <li>縦断 <math>500\text{mR}</math> 施工時 必要中折れ角度 <math>0.71</math> 度、余掘り量 <math>9\text{mm}</math>、テールクリアランス <math>49.4\text{mm}</math></li> </ul>

項目	仕様	選定理由																								
4. カッター駆動装置	(1) カッター支持方式 : 中間支持方式	・カッター支持方式は偏心荷重に対する構造的安定性が高く、カッター部の剛性が大きくとれ、大口径シールドにおいて最も実績が多い中間支持方式とします。																								
	(2) 軸受 : 3列円筒ころ軸受	・軸受は重荷重・耐久性に優れ、かつ高精度で振れが少なく円滑な回転が得られる高耐力3列円筒ころ軸受とします。																								
	(3) シール構造 : 4段リップシール×3段	・カッターシールは4段リップシール×3段を配置し、自動給脂装置を組み合わせることにより、止水効果および寿命向上の図れるシール機構とします。																								
	(4) 駆動方式 : 電動駆動 (インバーター)	・カッター駆動方式は効率が良く、カッター回転数可変可能である、電動駆動方式 (インバータ制御方式) とします。																								
	(5) 装備トルク・回転数	<ul style="list-style-type: none"> <li>・類似土質を考慮し、所要計算トルク及びトンネル標準示方書目安 (泥水式 <math>\alpha = 8 \sim 20</math> 程度) 等の実績を踏まえた装備トルクとします。</li> <li>・所要計算トルク (建物荷重有) = 10270kN-m <math>\alpha = 9.4</math> 余裕率 <math>S = 1.54</math></li> <li>・所要計算トルク (建物荷重無) = 3694kN-m <math>\alpha = 3.4</math> 余裕率 <math>S = 4.28</math></li> </ul>																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">周波数</th> <th>41Hz</th> <th>49Hz</th> <th>70Hz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">装備トルク</td> <td>100%</td> <td>15808 kN-m (<math>\alpha = 14.5</math>)</td> <td></td> <td>11065 kN-m (<math>\alpha = 10.3</math>)</td> </tr> <tr> <td>120%</td> <td>18969 kN-m (<math>\alpha = 17.4</math>)</td> <td></td> <td>13278 kN-m (<math>\alpha = 12.3</math>)</td> </tr> <tr> <td>カッター回転数</td> <td></td> <td>~0.54 rpm</td> <td>~0.65 rpm</td> <td>~0.93 rpm</td> </tr> <tr> <td>カッター周速</td> <td></td> <td>17.5 m/min</td> <td>21.1 m/min</td> <td>30.0 m/min</td> </tr> </tbody> </table>		周波数		41Hz	49Hz	70Hz	装備トルク	100%	15808 kN-m ( $\alpha = 14.5$ )		11065 kN-m ( $\alpha = 10.3$ )	120%	18969 kN-m ( $\alpha = 17.4$ )		13278 kN-m ( $\alpha = 12.3$ )	カッター回転数		~0.54 rpm	~0.65 rpm	~0.93 rpm	カッター周速		17.5 m/min	21.1 m/min	30.0 m/min	
周波数		41Hz	49Hz	70Hz																						
装備トルク	100%	15808 kN-m ( $\alpha = 14.5$ )		11065 kN-m ( $\alpha = 10.3$ )																						
	120%	18969 kN-m ( $\alpha = 17.4$ )		13278 kN-m ( $\alpha = 12.3$ )																						
カッター回転数		~0.54 rpm	~0.65 rpm	~0.93 rpm																						
カッター周速		17.5 m/min	21.1 m/min	30.0 m/min																						
5. カッター装置	(1) カッターフェイス	<ul style="list-style-type: none"> <li>①掘削外径 : <math>\phi 10320\text{mm}</math></li> <li>②オーバーカット量 : 15mm</li> <li>③カッタースポーク本数 : 8本 (メイン4本、サブ4本)</li> <li>④スリット幅 : 480mm</li> <li>⑤開口率 : 28.2%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スポーク数は当工区の土質・施工条件を踏まえ、カッタービット条数から検討し、外周部8本スポーク、内周部4本スポークの面板付き構造とします。</li> <li>・スリット幅は土質、礫径、排泥管径および類似土質実績によって決められますが、本機では粘性土掘削と想定礫径が<math>\phi 90\text{mm}</math>であることから取り込み性を考慮し、スリット幅480mm、排泥管サイズ12B (300A) とします。</li> </ul>																							
	(2) カッタービット	<ul style="list-style-type: none"> <li>①強化型先行ビット : 厚さ65mm、高さ150mm、115mmピッチ 最外周×16条、外周×3条、内周×2条</li> <li>②メインビット : 厚さ200/150mm、高さ100mm 最外周×8条、外周×4条、内周×2条</li> <li>③センタービット : 中心ビット×1個 強化型先行ビット×9個</li> <li>④摩耗検知ビット : 多段導通式×4カ所</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カッタービットは当工区の土質・施工条件を踏まえ、カッタービット形状、材質および配置を決定します。カッタービット条数は掘進速度とカッター回転数による切り込み深さから決定します。</li> <li>・カッタービットは強化型先行ビット、メインビット、センタービットにより構成し、各ビットは溶接取付型とします。</li> <li>・カッター中心部は中心部デッドスペースを極力小さくしたセンタービット構造とします。</li> <li>・強化型先行ビットの摩耗量を計測するため、多段導通式摩耗検知ビットを取付けます。</li> <li>・カッタービット摩耗計算結果 強化型先行ビット摩耗量 : 20.34mm 許容摩耗量 50mm 余裕率 <math>S = 2.45</math> メインビット摩耗量 : 7.63mm 許容摩耗量 20mm 余裕率 <math>S = 2.62</math></li> </ul>																							

項 目	仕 様	選定理由
5. カッター装置	<p>(3) コピーカッター</p> <p>①装備数 : 常用 2 基、予備 2 基</p> <p>②推力×実余掘り量 : 370kN×150mm</p> <p>③余掘り角度 : 任意に設定可能</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・曲線施工および方向修正に要する余掘りに対し、周辺地盤への影響を極力防止する目的から、任意余掘りが可能となる油圧ジャッキ式コピーカッター装置を装備します。</li> <li>・最少曲線半径 R=100m に対して必要余掘り量は 61mm ですが、余裕を考慮して実余掘り量は 150mm とします。</li> <li>・施工実績 際内トンネルΦ11.93m 220mR 必要余掘り量 16mm、実余掘り量 150mm 環七地下調節池Φ13.45m 100mR 必要余掘り量 74mm、実余掘り量 200mm</li> </ul>
	<p>(4) 最外周可動式強化型先行ビット</p> <p>①装備数 : 2 基</p> <p>②推力×実余掘り量 : 196kN×20mm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最外周の強化型先行ビットのバックアップとして、最外周ビット摩耗時においても、オーバーカット量を確保するため、最外周可動式先行ビットを 2 基装備します。</li> </ul>
	<p>(5) 可動式強化型先行ビット</p> <p>①装備数 : 2 基</p> <p>②推力×押出量 : 421kN×70mm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外周部の強化型先行ビットのバックアップとして、外周可動式先行ビットを 2 基装備します。</li> </ul>
	<p>(6) 攪拌装置</p> <p>①固定翼 : 丸型 外周部 2 カ所 (注入口付)</p> <p>②攪拌翼 : T 型 最外周部 8 カ所</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バルクヘッド部外周部に固定翼 2 カ所、カッター背面の最外周部に攪拌翼 8 ヶ所を配置し、カッターチャンバー内土砂の沈降防止および排泥管吸入口の閉塞防止を目的とし装備します。</li> </ul>
6. 送排泥装置	<p>(1) 送排泥管</p> <p>①送泥管 : 12B×1</p> <p>②送泥分岐管 : —</p> <p>③排泥管 : 12B×1+12B×1</p> <p>④圧抜き管 : —</p> <p>⑤予備排泥管 : 12B×2</p> <p>⑥バイパス管 : 12B×1</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・削土の排土機構として、切羽泥水圧の安定制御ができ、掘削土がスムーズに排出可能な送排泥管を計画します。隔壁上部に送泥管 1 本、下部に排泥管 3 本 (2 本予備) を設け、送・排泥配管口には自動バルブを装備します。その他配管として、送泥分岐配管一本、圧抜き管一本、機内バイパス管 1 本を装備します。</li> </ul>
7. セグメント組立装置	<p>(1) エレクター</p> <p>①型式 : 門型式</p> <p>②取扱重量 : 10.4t</p> <p>③回転数 : 0.8rpm</p> <p>④把持方式 : ツイストロック方式</p> <p>⑤姿勢制御 : ピッチング・ローリング・ヨーイング</p> <p>⑥A・Bセグメント組立補助 : A セグメントパッドジャッキ</p> <p>⑦K セグメント組立補助 : B セグメント押し上げジャッキ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機内への作業通路、セグメント搬入スペースが広く確保でき、セグメントの組立作業に優れた門型式エレクター装置を採用します。</li> <li>・エレクターの各操作は無線操作箱で行うように計画します。</li> <li>・セグメント姿勢制御機構として振れ止めジャッキによるピッチング・ローリング、ヨーイングジャッキによるヨーイング調整を可能とします。</li> <li>・A、B セグメント組立時の補助として A セグメントパッドジャッキ、K セグメント組立時の補助として B セグメント押し上げジャッキを装備します。</li> <li>・100mR 施工用 900mm 幅合成セグメントはセグメント組立中心より 450mm 坑口側組立にて計画します。</li> </ul>
8. 組立足場	<p>(1) 旋回式組立足場</p> <p>①バケット装備数 : 2 台</p> <p>②最大定員 : 2 名 (積載重量 250 kg/台)</p> <p>③旋回速度 : 14m/min</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・セグメントの組立作業補助を目的に、旋回式組立足場装置を 1 基装備します。</li> <li>・この装置は左右に 2 台のバケットを持ち、それぞれ 2 名の作業員が搭乗できます。</li> <li>・バケットは、個々にセグメント内側に沿って移動 (旋回動作) することができ、また装置全体で切羽、坑口方向に移動 (摺動動作) することができます。</li> </ul>

項目	仕様	選定理由
9. 形状保持装置	(1) 形状保持装置 ①型式 : 上下拡張式 ②拡張力 : 800kN×2 ③装備数 : 1基	<ul style="list-style-type: none"> <li>・セグメント組立用補助装置として、上下拡張方式の形状保持装置を装備します。</li> <li>・本装置は、シールド後方作業デッキにて支持され、上下方向に伸縮すると共に前後方向に摺動する機構で、テール部にて組み立てられたセグメントの真円を保持しながら掘進が可能な構造としています。</li> </ul>
10. 付帯装置	(1) マンロック ①寸法 : φ1000mm 型 ②定員 : 2人 ③装備数 : 1基	・カッターチャンバー内点検など万一カッターチャンバー内での作業をする必要を生じた場合に備えてφ1000mm 型の2人用マンロックを設置します。
	(2) マンホール ①開口寸法 : φ500mm 型×3	・カッターチャンバー内作業時に使用するため、バルクヘッドにマンホールφ500mm×3を設けます。
	(3) 水圧計 ①バルクヘッド部 : 水圧計×4	・カッターチャンバー内の切羽水圧管理を行うため、直読式水圧計1カ所、切羽水圧検出器（流体業者殿手配）3カ所を設置します。
	(4) 注入口 ①バルクヘッド部 : 注入口2B×12 ②フード部 : 注入口2B×10 ③テール部 : 注入口2B×10	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カッタースリット部の洗浄及びチャンバ内への補注用として、バルクヘッド部前面に2B注入口を設置します。</li> <li>・マシン外周部へ薬液等の注入が可能となるように、フード部およびテール部外周に注入口を設置します。</li> </ul>
	(5) テールシール自動充填装置 : 12カ所×3室 : テールシール給油ポンプ×1基	・テールシールの止水性向上を目的とした充填材の注入を確実にを行うため、テールシール間に自動的に充填材を注入できる注入管を設置します。
	(6) テールシール : ワイヤブラシ×4段 : 緊急止水シール×1段	・テールシールは大断面、高水圧を考慮しワイヤブラシ型テールシール4段とし、テール部における異常漏水時の対策として緊急止水シール×1段を装備します。
	(7) 同時裏込め注入装置 : TAC製第4世代×4基 : 裏込め注入装置保護ビット×1式	・シールド掘進と同時に発生するテールボイドに自動的に裏込めを注入出来る同時裏込め注入装置を設置します。同時裏込め注入装置のスキムプレートからの飛び出し量は55mmとします。
	(8) 後方作業台 : 1式 ①搭載機器 : パワーユニット : オイルタンク : 油圧機器 : 電気制御盤	<ul style="list-style-type: none"> <li>・シールド後部に後方作業台を設けます。後方作業台はセグメント組立作業およびシールド機メンテナンス用足場、機内への出入り足場として使用します。</li> <li>・シールド機の運転に必要なパワーユニット、オイルタンク、油圧機器類、電気制御盤を後方作業台に搭載することで、初期掘進時のシールド機段取り換えの省略、本体～台車間のホース・ケーブルの削減を行います。</li> </ul>

## 2-4. 計算書

### (1) テールスキンプレート強度計算書

#### 1) 解析方法

テール部の強度計算は、一端固定・一端自由の円筒殻として、有限要素法を用いて3次元解析を行う。  
解析プログラムは3次元構造解析プログラム“STAAD. Pro CONNECT Edition” (Bentley Systems, Inc. 製) を使用する。

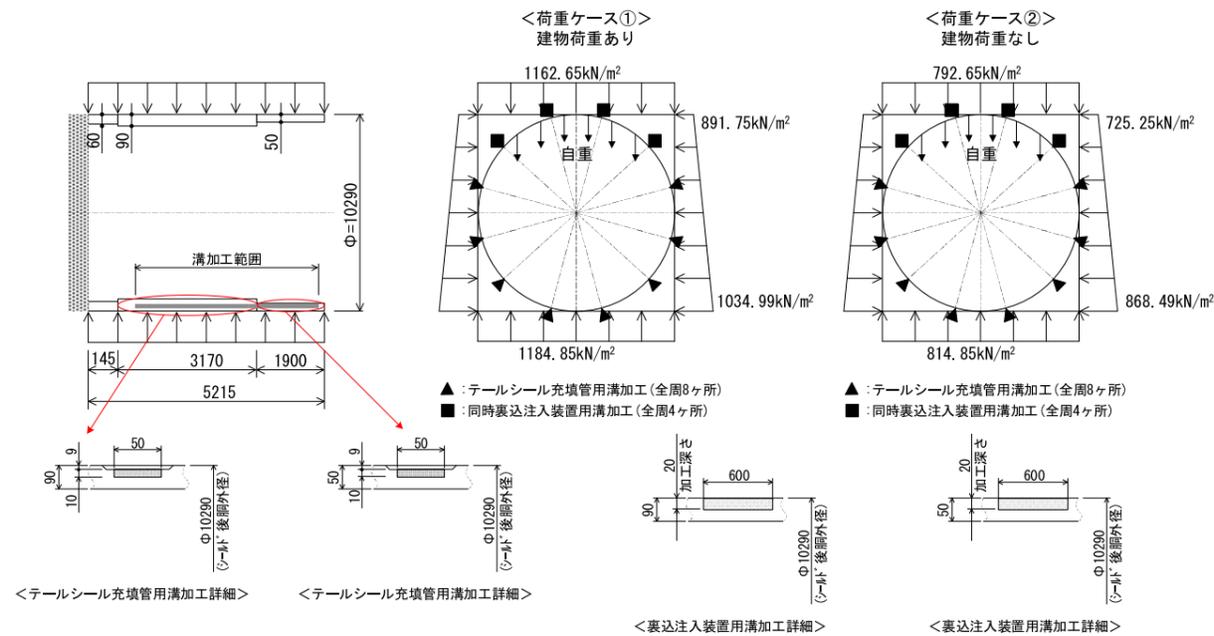
#### 2) 荷重条件

地下水位 (高)

荷重ケース1：土水圧荷重 (建物荷重有り)

荷重ケース2：土水圧荷重 (建物荷重無し)

		荷重ケース1 (kN/m <sup>2</sup> )	荷重ケース2 (kN/m <sup>2</sup> )
鉛直荷重	Pe	492.54	122.54
	Pw	670.11	670.11
	Po=Pe+Pw	1162.65	792.65
頂部水平荷重	Q1e	221.64	55.14
	Q1w	670.11	670.11
	Q1=Q1e+Q1w	891.75	725.25
底部水平荷重	Q2e	261.98	95.48
	Q2w	773.01	773.01
	Q2=Q2e+Q2w	1034.99	868.49
下部鉛直荷重	Po'	1184.85	814.85



#### 3) 物性値

材 質：SM490A  
ヤング率：21000 kN/cm<sup>2</sup>  
ポアソン比：0.3

#### 4) 許容応力度

鋼材の許容応力度は下表の値とする。

鋼種 板厚	(単位:N/mm <sup>2</sup> ) 長期			(単位:N/mm <sup>2</sup> ) 短期		
	SM490A			SM490A		
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 100	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 100
応力度の種別						
許容引張応力度						
許容圧縮応力度	215	210	195	322	315	292
許容曲げ応力度						
許容せん断応力度	125	120	110	187	180	165

#### 5) 計算結果

最大応力および最大変位を下記にまとめる。

荷重ケース1

最大発生応力：-199.9 N/mm<sup>2</sup> (PL30：長期許容応力±210N/mm<sup>2</sup>)

最大変位：7.0 mm

荷重ケース2

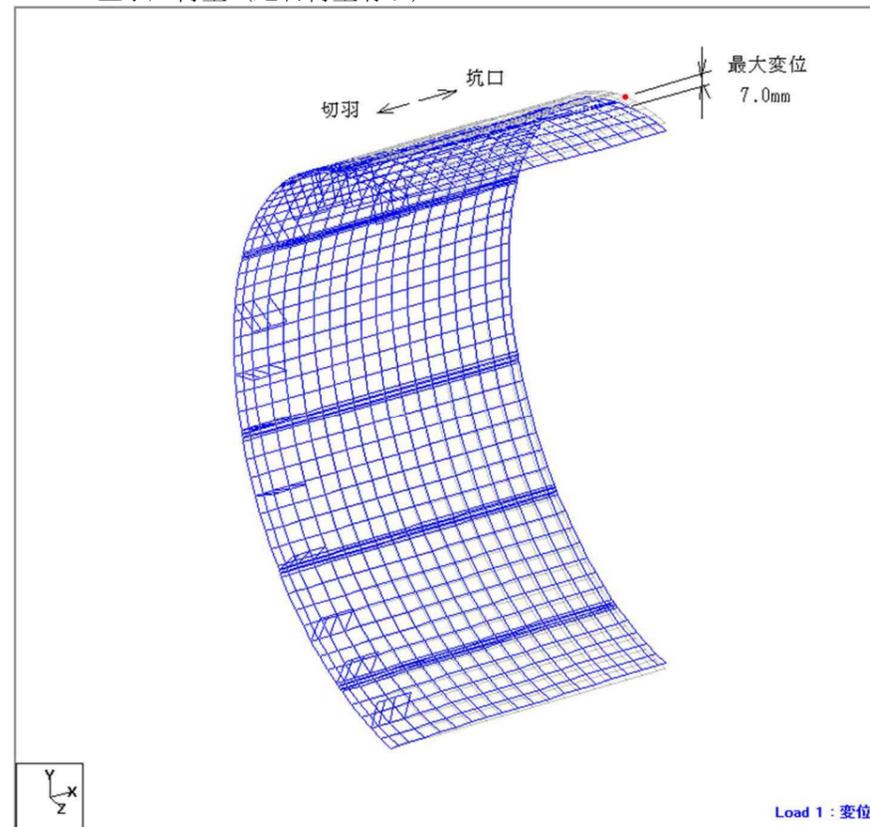
最大発生応力：-144.2 N/mm<sup>2</sup> (PL30：長期許容応力±210N/mm<sup>2</sup>)

最大変位：3.6 mm

以上より各部材とも長期許容応力度以下であり安全である。

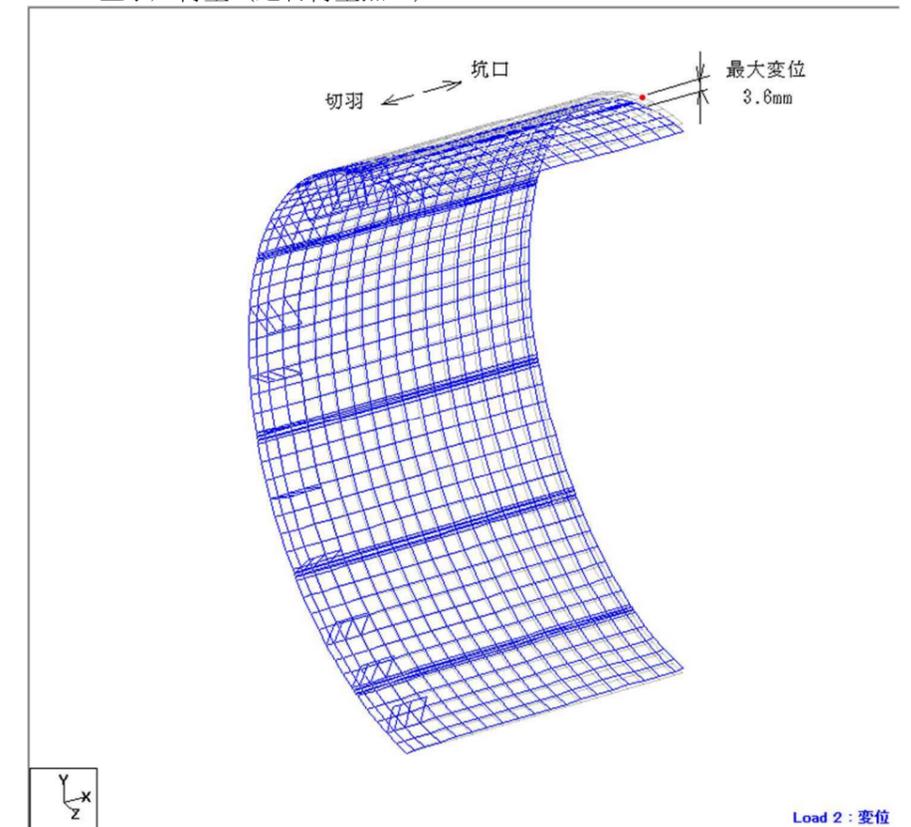
<変位図>

荷重ケース 1 : 土水圧荷重 (建物荷重有り)



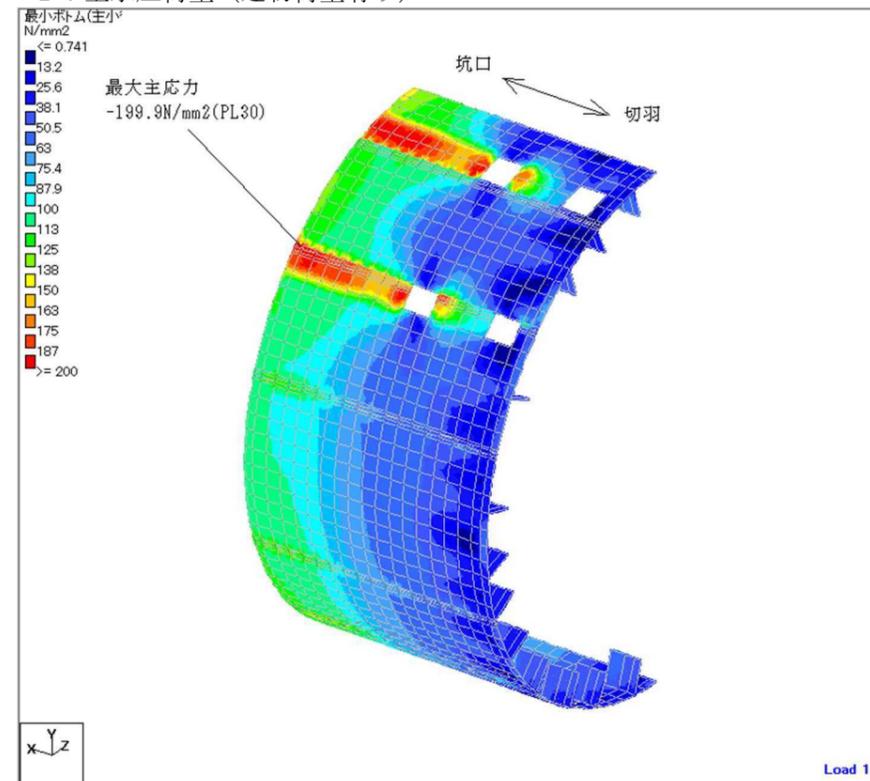
<変位図>

荷重ケース 2 : 土水圧荷重 (建物荷重無し)



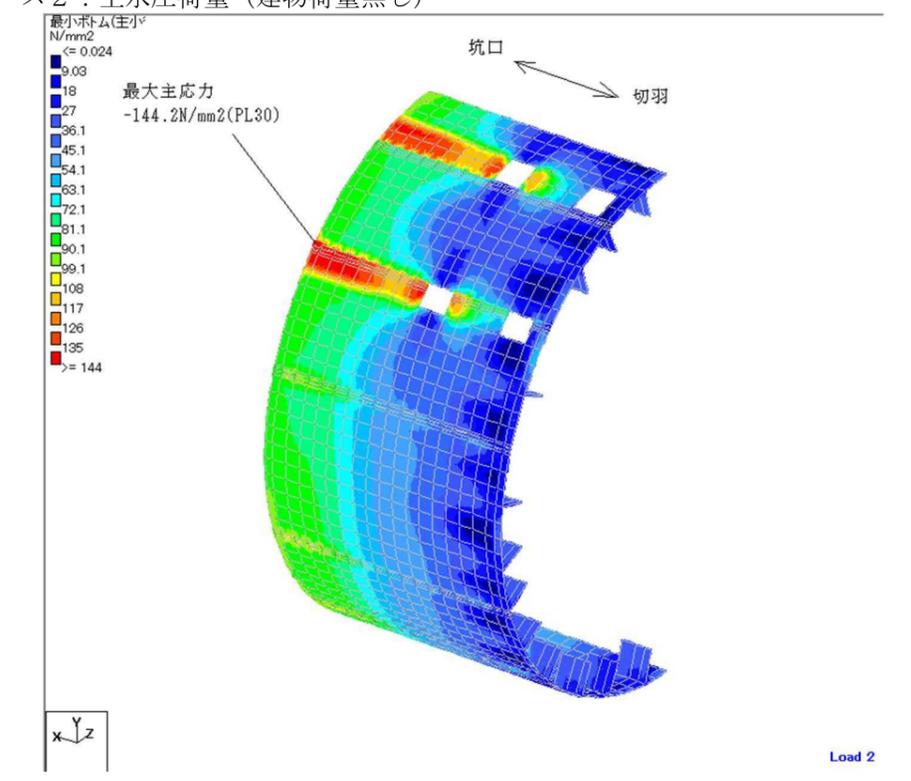
<主応力図>

荷重ケース 1 : 土水圧荷重 (建物荷重有り)



<主応力図>

荷重ケース 2 : 土水圧荷重 (建物荷重無し)



## (2) カッタービット摩耗計算

1. 検討条件	
機種	泥土圧
シールド外径 D	Φ10.29m
掘進距離 L	1758.524m
強化型先行ビット 最外周ビット軌跡直径 dp	Φ10.32m
メインビット 最外周ビット軌跡直径 dt	Φ10.32m
カッター回転数 n	0.54rpm
平均掘進速度 v	25mm/min (NOMST除く)
強化型先行ビット許容摩耗量	50mm
メインビット許容摩耗量	20mm
ビット摩耗係数 k	下記参照

### 2. 摩耗量計算

$$\text{ビット摩耗量 } \delta = \sum k \cdot \pi \cdot (dp \text{ または } dt) \cdot n \cdot L / v$$

土質	区間距離 (m)	摩耗係数 (×10 <sup>-3</sup> mm/km)		カッター回 転数 (rpm)	掘進速度 (mm/min)	摩耗量 (mm)	
		先行	メイン			先行	メイン
NOMST	3.994	20.8	7.8	0.54	2	0.73	0.27
大阪層群砂質土粘性土	1750.536	16.0	3.0	0.54	25	19.61	7.36
摩耗量合計δ =						20.34	7.63
余裕率S =						2.43	2.62



#### 1.4 照査

##### (1) ジャッキロッドの応力度照査

ここに、ジャッキロッドの応力度照査結果を示す。

ジャッキロッド径  $d= 260 \text{ mm}$   
断面積  $A= 53093 \text{ mm}^2$   
断面係数  $Z= 1725520 \text{ mm}^3$

曲げモーメント  $Md= 122 \text{ kN}\cdot\text{m}$

軸力  $Nd = 2700 \text{ kN}$

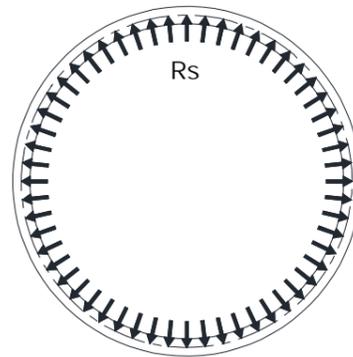
$$\begin{aligned}\therefore \sigma &= Nd/A + Md/Z \\ &= 2700 \times 1000 / 53093 + 122 \times 1000000 / 1725520 \\ &= 50.9 + 70.7 = 121.6 \text{ N/mm}^2 < \sigma_a = 490 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}\end{aligned}$$

ジャッキロッドに発生する応力度は許容値以下となることを確認した。

##### (2) セグメントへの影響

ジャッキ1本あたりがセグメントに与える押し広げ力が円環ばねの反力に等しいとする。そのとき、セグメントに発生する軸引張力を算出し、その軸引張力が及ぼす影響について検討する。

$$\begin{aligned}\text{半径方向分力 } Pr &= 61 \times 56 / (2 \times 4.75 \times \pi) = 114.5 \text{ kN/m} \\ \text{軸引張力 } N &= 114.5 \times 4.75 = 544 \text{ kN}\end{aligned}$$



##### ・セグメント本体

セグメントのコンクリート部にひび割れが発生しないことを確認する。

$$\begin{aligned}\text{セグメント本体のコンクリート断面積 } A &= 812470 \text{ mm}^2 \\ \text{コンクリートの設計基準強度 } f'_{ck} &= 42 \text{ N/mm}^2 \\ \text{コンクリートのひび割れ強度 } f_{tk} &= 0.23 \times f'_{ck}{}^{2/3} = 2.78 \text{ N/mm}^2 \\ \text{コンクリートの引張応力度 } \sigma_t &= 544 \text{ kN} / 812470 = 0.67 \text{ N/mm}^2 < f_{tk} = 2.78 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}\end{aligned}$$

##### ・セグメント継手

セグメント継手のせん断ピンが許容せん断力以下 ( $S_a = 150 \text{ kN} \times 1.5 = 225 \text{ kN}$ ) であることを確認する。

せん断ピンの個数  $n= 4$  本

$$\text{せん断ピン1箇所あたりが負担する引張力 } S = 544 / 4 = 136 \text{ kN} < S_a = 225 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

以上より、シールドジャッキの偏心量を考慮した検討を行った結果、シールドジャッキおよびセグメントの健全性を確保した施工が可能であることを確認した。